

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

H. TAKIGUCHI et al.

Atty. Docket No. 107156-00227

Serial No.: New application

Examiner: Not Assigned

Filed: February 12, 2004

Art Unit: Not Assigned

For: OPTICAL PICKUP ASTIGMATISM MEASURING METHOD, OPTICAL PICKUP
ASTIGMATISM ADJUSTING METHOD, AND OPTICAL PICKUP ASTIGMATISM
MEASURING SYSTEM

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313

February 12, 2004

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

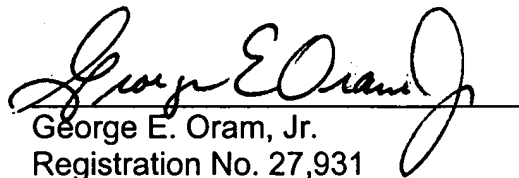
Japanese Patent Application No. 2003-039652 filed on February 18, 2003

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of these document.

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment with respect to this paper to Deposit Account No. 01-2300.

Respectfully submitted,


George E. Oram, Jr.
Registration No. 27,931

Customer No. 004372
ARENT FOX KINTNER PLOTKIN & KAHN, PLLC
1050 Connecticut Avenue, N.W., Suite 400
Washington, D.C. 20036-5339
Tel: (202) 857-6000
Fax: (202) 638-4810
GEO/bgk

(translation)

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application
as filed with this office.

Date of Application:	February 18, 2003
Application Number:	Japanese Patent Application No. 2003-039652
[ST.10/C]	[JP2003-039652]
Applicant(s):	Pioneer Corporation

Date of this certificate: September 9, 2003

Commissioner,
Japan Patent Office Yasuo IMAI

Certificate No. 2003-3073909

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 1 8 日
Date of Application:

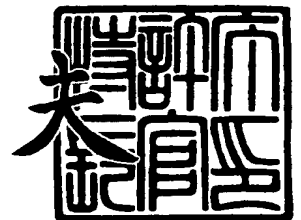
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 3 9 6 5 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 3 9 6 5 2]

出 願 人 パイオニア株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 3 9 0 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 57P0482

【提出日】 平成15年 2月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/08

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内

【氏名】 滝口 仁史

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内

【氏名】 大内 秀和

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内

【氏名】 熊丸 靖

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内

【氏名】 山田 直樹

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内

【氏名】 村上 哲也

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内

【氏名】 桑原 慶成

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県所沢市花園 4 丁目 2 6 1 0 番地 パイオニア株式会社
所沢工場内

【氏名】 石井 耕

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100063565

【弁理士】

【氏名又は名称】 小橋 信淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100118898

【弁理士】

【氏名又は名称】 小橋 立昌

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011659

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップの非点収差測定方法、非点収差調整方法、及び非点収差測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対物レンズで収束させた光ビームを記録媒体に照射する光ピックアップの非点収差測定方法であって、

前記光ビームの進行方向に直交する第 1 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 1 の位置を求める第 1 の工程と、

前記進行方向に直交し前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 2 の位置を求める第 2 の工程と、

前記進行方向上の前記第 1 の位置と前記第 2 の位置との差である第 1 の距離を求める第 3 の工程と、

前記進行方向に直交し前記第 1 の方向を略 45 度傾けた第 3 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 3 の位置を求める第 4 の工程と、

前記進行方向に直交し前記第 3 の方向に直交する第 4 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 4 の位置を求める第 5 の工程と、

前記進行方向上の前記第 3 の位置と前記第 4 の位置との差である第 2 の距離を求める第 6 の工程とを備え、

前記第 1 の距離と前記第 2 の距離により、前記光ピックアップの非点収差を測定することを特徴とする光ピックアップの非点収差測定方法。

【請求項 2】 対物レンズで収束させた光ビームを記録媒体に照射する光ピックアップの非点収差調整方法であって、

前記光ビームの進行方向に直交する第 1 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 1 の位置を求める第 1 の工程と、

前記進行方向に直交し前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 2 の位置を求める第 2 の工程

と、

前記進行方向上の前記第 1 の位置と前記第 2 の位置との差である第 1 の距離を求める第 3 の工程と、

前記進行方向に直交し前記第 1 の方向を略 45 度傾けた第 3 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 3 の位置を求める第 4 の工程と、

前記進行方向に直交し前記第 3 の方向に直交する第 4 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 4 の位置を求める第 5 の工程と、

前記進行方向上の前記第 3 の位置と前記第 4 の位置との差である第 2 の距離を求める第 6 の工程と、

前記第 1 の距離と前記第 2 の距離により、前記光ピックアップの非点収差を測定する第 7 の工程とを備え、

前記第 7 の工程で得られた測定結果により、前記光ピックアップの非点収差を調整することを特徴とする光ピックアップの非点収差調整方法。

【請求項 3】 前記第 1 の距離と前記第 2 の距離により、前記対物レンズに入射する前記光ビームの入射角を調整することを特徴とする請求項 2 に記載の光ピックアップの非点収差調整方法。

【請求項 4】 前記光ビームのビーム径は、スポット像の径であることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の光ピックアップの非点収差調整方法。

【請求項 5】 対物レンズで収束させた光ビームを記録媒体に照射する光ピックアップの非点収差測定装置であって、

前記光ビームの進行方向に直交する第 1 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 1 の位置と、

前記進行方向に直交し前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 2 の位置と、

前記進行方向に直交し前記第 1 の方向を略 45 度傾けた第 3 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 3 の位置と、

前記進行方向に直交し前記第 3 の方向に直交する第 4 の方向において、前記光

ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第4の位置、

の夫々を求める測定手段と、

前記進行方向上の前記第1の位置と前記第2の位置との差である第1の距離、
及び前記進行方向上の前記第3の位置と前記第4の位置との差である第2の距離
を求める演算手段とを備え、

前記第1の距離と前記第2の距離により、前記光ピックアップの非点収差を測定することを特徴とする光ピックアップの非点収差測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、対物レンズで収束させた光ビームを記録媒体に照射する光ピックアップの非点収差測定方法、非点収差調整方法、または非点収差測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えばCD又はDVD等の光ディスクを記録再生する際に用いられる光ピックアップにあっては、情報の書き込みや再生をするための光ビームを光ディスク表面の情報ピット列に対し常に正確に集光させる必要がある。そのためには、光ピックアップの光学系の収差、具体的には非点収差等を極力少なくすることが必要不可欠である。

【0003】

光ピックアップの非点収差を測定するには、レーザ干渉計を用いる方法が考えられる。しかし、この測定方法は、例えばレーザ干渉計と光ピックアップの光軸を正確に合わせる等、測定に手間と熟練を要し、生産工程において光ピックアップの光学系を調整するには不向きであった。

【0004】

そこで、従来、例えば特許文献1には、生産工程においても簡便に調整ができる光ピックアップの非点収差調整方法が提案されている。特許文献1の図11に基づきこの調整方法を説明すると、光ピックアップの焦点近傍に収束された光ビ

ームのスポット像（光の進行方向に対し直交する方向に沿った光ビームの断面形状）を画像データとして取り込み、そのスポット像の真円度（縦横幅の比）を画像処理して計測する。スポット像の真円度が最も大きく（1に近く）なるように、対物レンズへの光ビームの入射角度を変化させることにより、光ピックアップの非点収差を補正する。

【0 0 0 5】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 1 5 4 3 5 号公報

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述の非点収差調整方法は、光ビームの入射角度を変更して最終的に得られるスポット像が真円（又は略真円）であることを前提条件としている。つまり、上述の調整方法は、真円のスポット像を調整の基準としているので、例えば光ピックアップを構成するレンズ等の固有の収差等により、光ビームの入射角度を調整しても収束されるスポット像が真円にならないピックアップに対しては、上述の調整を行って非点収差を最少に補正することが困難であった。別言すれば、上述の非点収差調整方法で最適な非点収差の調整を行うためには、スポット像を真円にすべく、例えば光ピックアップの光学系を収差の少ない高品質の光学素子を用いて高精度に構成する必要があった。

【0 0 0 7】

本発明はこうした従来の課題に鑑みてなされたものであり、例えば光ピックアップを構成する光学系の精度に依存せず、又は対物レンズにより収束される光ビームのスポット形状が真円でなくても、非点収差の測定が可能な光ピックアップの非点収差測定方法、非点収差測定装置、または当該測定方法を用いて簡易に非点収差を補正する等の光ピックアップの非点収差調整方法を提供することを目的とする。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、対物レンズで収束させた光ビームを記録媒体に照射



する光ピックアップの非点収差測定方法であって、前記光ビームの進行方向に直交する第 1 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 1 の位置を求める第 1 の工程と、前記進行方向に直交し前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 2 の位置を求める第 2 の工程と、前記進行方向上の前記第 1 の位置と前記第 2 の位置との差である第 1 の距離を求める第 3 の工程と、前記進行方向に直交し前記第 1 の方向を略 4 5 度傾けた第 3 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 3 の位置を求める第 4 の工程と、前記進行方向に直交し前記第 3 の方向に直交する第 4 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 4 の位置を求める第 5 の工程と、前記進行方向上の前記第 3 の位置と前記第 4 の位置との差である第 2 の距離を求める第 6 の工程とを備え、前記第 1 の距離と前記第 2 の距離により、前記光ピックアップの非点収差を測定することを特徴とする。

【0009】

請求項 2 に記載の発明は、対物レンズで収束させた光ビームを記録媒体に照射する光ピックアップの非点収差調整方法であって、前記光ビームの進行方向に直交する第 1 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 1 の位置を求める第 1 の工程と、前記進行方向に直交し前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 2 の位置を求める第 2 の工程と、前記進行方向上の前記第 1 の位置と前記第 2 の位置との差である第 1 の距離を求める第 3 の工程と、前記進行方向に直交し前記第 1 の方向を略 4 5 度傾けた第 3 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 3 の位置を求める第 4 の工程と、前記進行方向に直交し前記第 3 の方向に直交する第 4 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 4 の位置を求める第 5 の工程と、前記進行方向上の前記第 3 の位置と前記第 4 の位置との差である第 2 の距離を求める第 6 の工程と、前記第 1 の距離と前記第 2 の距離により、前記光ピックアップの非点収差を測定する第 7 の工程とを備え、前記第 7 の工程で得られた測定結果により、前記光ピックアップの非点収差を調整することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

請求項 5 に記載の発明は、対物レンズで収束させた光ビームを記録媒体に照射する光ピックアップの非点収差測定装置であって、前記光ビームの進行方向に直交する第 1 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 1 の位置と、前記進行方向に直交し前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 2 の位置と、前記進行方向に直交し前記第 1 の方向を略 4 5 度傾けた第 3 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 3 の位置と、前記進行方向に直交し前記第 3 の方向に直交する第 4 の方向において、前記光ビームのビーム径が最小となる前記進行方向上の第 4 の位置、の夫々を求める測定手段と、前記進行方向上の前記第 1 の位置と前記第 2 の位置との差である第 1 の距離、及び前記進行方向上の前記第 3 の位置と前記第 4 の位置との差である第 2 の距離を求める演算手段とを備え、前記第 1 の距離と前記第 2 の距離により、前記光ピックアップの非点収差を測定することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】**【発明の実施の形態】**

本発明の好適な実施形態について、図面を参照しながら説明する。図 1 は、光ピックアップ 5 の非点収差を測定し、その結果に基づき前記非点収差を調整する方法を説明するための図である。

【 0 0 1 2 】

同図において、光ディスクの記録再生装置に用いられる光ピックアップ 5 は、光ディスクに対して情報の記録再生をするための光ビームの光源であるレーザダイオード 5 1 と、光ビームの光路を変更する立上ミラー 5 3 と、光ビームを収束する対物レンズ 5 4 等を備えて構成されている。レーザダイオード 5 1 から発光された光ビームは、立上ミラー 5 3 で反射し、対物レンズ 5 4 で収束されて図示しない光ディスクの記録面に相当する位置に焦点が結ばれる。

【 0 0 1 3 】

本非点収差測定及び調整を実施するにあたり、光ピックアップ 5 は、光ビームを投影面であるカバーガラス 1 1 a に向けて照射し、そのスポット像を投影する

。撮像装置 13 は、カバーガラス 11a に投影されたスポット像を撮像する。

【0014】

次に、本非点収差調整方法の手順を説明する。まず、対物レンズ 54 の位置を調整して、光ビームの焦点とカバーガラス 11a との距離（以下、「デフォーカス量」という）を、適宜変化させながら、カバーガラス 11a に投影されている光ビームのスポット像 P_n を、撮像装置 13 により順次撮像する。撮像された各々のスポット像 P_n に対し、次に説明するスポット径の測定を行う。

【0015】

図 2 に示すように、順次撮像された各々のスポット像 P_n に対し、第 1 の方向である RAD 方向におけるスポット径 X_1 と、第 1 の方向と直交する第 2 の方向である TAN 方向における径 Y_1 を測定する。なお、RAD (Radial) 方向とは、光ディスクが装填された際の半径方向であり、TAN (Tangential) 方向とは接線方向である。

【0016】

次に、上述のスポット像 P_n の計測結果を用い、図 3 に示すように、デフォーカス量と各スポット径 X_1 、 Y_1 の関係を表す各特性曲線 f_{x1} 、 f_{y1} を求める。そして、特性曲線 f_{x1} に基づき、スポット径 X_1 が最小となるデフォーカス量に相当する値 DF_1 を求め、更に特性曲線 f_{y1} に基づき、スポット径 Y_1 が最小となるデフォーカス量に相当する値 DF_2 を求める。そして、これらの値の差である値 L_0 、すなわち $L_0 = DF_2 - DF_1$ を求める。このようにして求めた値 L_0 は、光ビームが RAD 方向に収束される焦点位置と、TAN 方向に収束される焦点位置との距離（以下「焦点間距離」という）である。

【0017】

更に、撮像された各々のスポット像 P_n に対し、上述の第 1 の方向に対して 45 度傾けた第 3 の方向におけるスポット径 X_2 と、第 3 の方向と直交する第 4 の方向におけるスポット径 Y_2 を測定し、上述と同様の演算で、焦点間距離 L_{45} を求める。

【0018】

すなわち、図 4 に示すように、各々のスポット像 P_n に対し、第 3 の方向であ

るRAD方向に対し45度傾けた方向におけるスポット径 X_2 と、第4の方向であるTAN方向に対し45度傾けた方向におけるスポット径 Y_2 を測定する。そして、図5に示すように、デフォーカス量と各スポット径 X_2 、 Y_2 の関係を表す特性曲線 f_{x2} 、 f_{y2} を求め、スポット径 X_2 、 Y_2 が最小となるデフォーカス量に相当する値 DF_3 、 DF_4 を求める。更に、これらの差である焦点間距離 L_{45} 、すなわち $L_{45} = DF_4 - DF_3$ を求める。

【0019】

ここで、焦点間距離 L_0 、及び L_{45} は光ピックアップ5の干渉計で測定される非点収差と非常に高い相関があることが確認されている。すなわち、この焦点間距離 L_0 、 L_{45} を求めることにより、光ピックアップ5の非点収差を測定することができる。

【0020】

次に、上述の非点収差の測定方法で求めた測定結果により、光ピックアップ5の非点収差を調整する。具体的には、焦点間距離 L_0 、 L_{45} の値に基づき、例えば、立上ミラー53のRAD、TAN方向への設置角度を調整することで対物レンズ54に入射する光ビームの入射角度を変化させ、非点収差を補正する。

【0021】

なお、本非点収差の調整方法を行うに先立ち、まず、計算により焦点間距離 L_0 、 L_{45} と立上げミラー53の設置角度との関係式を求め、次に複数の光ピックアップを用いて、実装にて式を確立しておく。そして、本非点収差調整の際に、この関係式を用いて、求められた焦点間距離 L_0 、 L_{45} に対応する立上ミラー53の調整すべき角度を求めて、その角度に基づき立上ミラー53の角度調整を行う。

【0022】

本実施形態の光ピックアップの非点収差測定方法及び調整方法によれば、光ビームがRAD方向に収束される焦点位置と、TAN方向に収束される焦点位置との焦点間距離 L_0 を求める。また、この焦点間距離 L_0 には非点収差の45度成分が含まれていないので、その45度成分を求めるために、RAD方向から45度傾けた方向に収束される焦点位置と、TAN方向から45度傾けた方向に収束

される焦点位置との焦点間距離 L_{45} を求める。焦点間距離 L_0 及び L_{45} は、各々非点収差の 0 度成分及び 45 度成分と相関があるので、これら焦点間距離を求めることにより光ピックアップ 5 の非点収差を測定することができる。

【0023】

また、これらの焦点間距離に基づき非点収差を測定するので、無収差（非点収差がゼロ）状態において光ビームのスポット形状が楕円である光ピックアップに対しても、非点収差の測定または調整を精度良く行うことができる。

【0024】

また、予め確立された関係式を用いて、焦点間距離に対応する調整すべき立上ミラーの角度を求め、それに基づき立上ミラーの角度を調整して非点収差を補正するので、一度の調整工程で、非点収差を最適に調整することができ、調整作業も簡易になる。

【0025】

[実施例]

次に、本発明の好適な実施例について、図面を参照しながら説明する。なお、本実施例は、DVD (Digital Versatile Disc) の記録再生装置に用いられる光ピックアップの非点収差の自動調整について説明する。

【0026】

図 6 は、光ピックアップ 5 と、その非点収差調整を行う装置の構成を示すブロック図である。同図において、本非点収差の調整装置は、光ピックアップ 5 から照射される光ビームのスポット像を画像データとして取り込む画像処理装置 1 と、取り込まれたスポット像から非点収差を測定し、その測定結果に基づき非点収差を調整するための指令信号を出力する制御部 3 と、制御部 3 から出力された指令信号をアナログ値に変換する DA コンバータ 4 a、4 b、4 c と、DA コンバータから出力された指令値信号を増幅する増幅器 5 a、5 b、5 c と、揺動アクチュエータ 6 a、6 b とを備えている。

【0027】

制御部 3 は、MPU (マイクロプロセッサユニット)、メモリ、及び画像データや指令信号等のデータの入出力を行う入出力部を備えた計算機システムであり

、前記メモリに予め設定されているシステムプログラムに従って、本非点収差の測定及び調整を実行する。

【 0 0 2 8 】

光ピックアップ5は、レーザダイオード51と、ハーフミラー55と、コリメータレンズ52と、立上ミラー53と、対物レンズ54等とを備えて構成されている。

【 0 0 2 9 】

レーザ光源としてのレーザダイオード51は、DVDに対して記録再生を行うための光ビームをハーフミラー55に向けて出力する。ハーフミラー55は、入射する光の一部を透過し、その他を反射する特性を有し、レーザダイオード51からの光ビームをコリメータレンズ52に向けて反射する。コリメータレンズ52は、反射された光ビームを平行光に揃える。これにより、コリメータレンズ52と後述する対物レンズ54との間は光学的に無限系となっている。立上ミラー53は、コリメータレンズ52からの平行光ビームを対物レンズ54に向けて全反射するミラーである。対物レンズ54は、光ビームを図示しないDVDの情報ピットが形成されている情報記録面に焦点スポットを形成するためのレンズであり、本非点収差調整においては、次に説明する画像処理装置1のカバーガラス11に対して光ビームを収束し照射する。

【 0 0 3 0 】

画像処理装置1は、光ピックアップ5からの光ビームのスポット像を投影するカバーガラス11と、投影されたスポット像を拡大して結像する結像光学系12と、拡大されたスポット像を電気信号に変換するCCD (Charge Coupled Device) 素子13とを備えて構成されている。

【 0 0 3 1 】

図7は、画像処理装置1の構成を例示する図である。カバーガラス11は、平板状の透明ガラスからなり、DVDの表面から情報記録面までの光学的距離に相当する、例えばDVDで用いられるポリカーボネイト0.6mmに相当する光学的距離を持つ厚みを有している。カバーガラス11の裏面は、半透明のハーフミラー面11aが蒸着されて形成されている。ハーフミラー面11aからの反射光

によりフォーカスサーボがかけられ、ハーフミラー面 11a を透過した透過光によりスポット像が投影される。

【0032】

結像光学系 12 は、対物レンズ 121 と、ミラー 122 と、凸レンズ 123、124 と、結像レンズ 125 とを備えて構成されている。結像光学系 12 は、ハーフミラー面 11a に投影されたスポット像を、対物レンズ 121 で集光し、ミラー 122 を介して光路を変更した後、互いに焦点距離が異なる凸レンズ 123、124 により像を拡大する。そして、結像レンズ 125 により CCD 素子 13 にスポット像を結像する。CCD 素子 13 は、結像されたスポット像を電気信号に変換して制御部 3 に出力する。

【0033】

DA コンバータ 4a、4b、4c は、制御部 3 からの指令信号をアナログ値に変換し、各々増幅器 5a、5b、5c に出力する。増幅器 5a、5b は、DA コンバータ 4a、4b からの指令値信号に基づき、各々揺動アクチュエータ 6a、6b を駆動させるための駆動電圧を出力する。また、増幅器 5c は、DA コンバータ 4c の指令値信号に基づき、対物レンズ 54 のアクチュエータ 541 を駆動させるための駆動電圧を出力する。

【0034】

揺動アクチュエータ 6a、6b は、駆動電圧に基づく角度にステージが揺動する電動式ゴニオステージであり、立上ミラー 53 に連結して設置されている。揺動アクチュエータ 6a は、立上ミラー 53 を RAD 方向に沿って揺動し、それにより、光ビームの光軸を RAD 方向に沿って変化させる。揺動アクチュエータ 6b は、立上ミラー 53 を TAN 方向に揺動し、それにより、光ビームの光軸を TAN 方向に沿って変化させる。

【0035】

アクチュエータ 541 は、光ピックアップ 5 に備えられ、対物レンズ 54 をその光軸方向に移動させ、デフォーカス量を変化させるアクチュエータである。

【0036】

図 8 は、制御部 3 に設定されているオブジェクトプログラムのブロック図であ

る。制御部 3 には、測定手段 S 1 と、演算手段 S 2 と、非点収差調整手段 S 3 のオブジェクトプログラムが備えられている。なお、非点収差の測定手段は、測定手段 S 1 と演算手段 S 2 とを備えて構成されている。

【0037】

このような構成の本非点収差調整装置の動作を説明する。まず、図 8 に示す測定手段 S 1 及び演算手段 S 2 は、光ピックアップ 5 の非点収差を測定する。次に、求められた非点収差に基づき、非点収差調整手段 S 3 は、揺動アクチュエータ 6 a、6 b を駆動し対物レンズ 5 4 に入射する光ビームの入射角を調整することで非点収差を補正する。

【0038】

本非点収差調整を行う際の各ステップについて、図 9 ～ 10 に示すフローチャートに基づき詳細に説明する。

【0039】

まず、ステップ S 101 において、測定手段 S 1 は、カウンタ変数 n を 1 に初期化する。次に、ステップ S 102 において、DA コンバータ 4 c に対し指令信号を出力しアクチュエータ 5 4 1 を駆動して、光ピックアップ 5 の対物レンズ 5 4 の焦点を所定の測定開始位置にデフォーカスする。ここで、デフォーカス量とは、平行光ビームが対物レンズ 5 4 によって収束する焦点位置のハーフミラー面 11 a を基準とした相対距離をいう。そして、図 11 (a) に示すように、平行光ビームの焦点位置が、カバーガラス 11 のハーフミラー面 11 a よりも光ピックアップ 5 側 (far) にあるとき、デフォーカス量は、負 (−) の符号をとり、図 11 (b) に示すように、焦点位置がハーフミラー面 11 a よりも画像処理装置 1 側 (near) にあるとき、正 (+) の符号をとるものとする。本非点収差の測定を開始するデフォーカス量は、ハーフミラー面 11 a から例えば $-1.7\mu\text{m}$ である (但し、この値に限定するものではない)。なお、測定手段 S 1 は、予め記憶されているアクチュエータ 5 4 1 の駆動電圧値と対物レンズ 5 4 のデフォーカス量の関係式に基づき、DA コンバータ 4 c に対し指令信号を出力し、所定のデフォーカス量になるようアクチュエータ 5 4 1 を駆動する。

【0040】

次に、ステップS103において、配列変数DF(n)に当該デフォーカス量を記憶する。ステップ103では、配列変数DF(1)に測定開始のデフォーカス量を記憶することになる。

【0041】

次に、ステップS104において、画像処理装置1は、ハーフミラー面11aに投影された光ビームのスポット像を結像光学系12で拡大し、CCD素子13に結像する。そして、測定手段S1は、ハーフミラー面11aに投影されたスポット像を画像データとして取り込む。

【0042】

次に、ステップS105において、測定手段S1は、図2に示したRAD方向におけるスポット像Pnの径X1を計測する。そして、ステップS106において、スポット径X1を配列変数X1(n)に記憶する。

【0043】

次に、ステップS107において、測定手段S1は、TAN方向におけるスポット像Pnの径Y1を計測する。そして、ステップS108において、スポット径Y1を配列変数Y1(n)に記憶する。

【0044】

次に、ステップS109において、図4に示すように、RAD方向に対して45度傾けた方向（「RAD+45度方向」と表記）におけるスポット像Pnの径X2を計測する。そして、ステップS110において、スポット径X2を配列変数X2(n)に記憶する。

【0045】

次に、ステップS111において、測定手段S1は、TAN方向に対して45度傾けた方向（「TAN+45度方向」と表記）におけるスポット像Pnの径Y2を計測する。そして、ステップS112において、スポット径Y2を配列変数Y2(n)に記憶する。

【0046】

次に、ステップS113において、当該デフォーカス量と測定終了のデフォーカス量の値とを比較する。ここで、測定終了のデフォーカス量は、例えば+1.

3 μm である。

【0047】

当該デフォーカス量が測定終了のデフォーカス量よりも小さければ、ステップ S 114 において、デフォーカス量を所定量、例えば約 0.3 ~ 0.5 μm インクリメントする。デフォーカス量のインクリメントは、既に述べたように、制御部 3 が指令信号を出力し、アクチュエータ 541 がその指令信号に基づいて対物レンズ 54 を光軸方向に駆動することにより行われる。そして、ステップ S 115 において、変数 n を +1 インクリメントし、ステップ S 116 において、配列変数 $DF(n)$ にインクリメントした当該デフォーカス量を記憶する。そして、ステップ S 104 ~ S 112 においてスポット像 P_n の径の測定を再び行う。

【0048】

デフォーカス量をインクリメントしながら上述の測定を行い、ステップ S 113 において、当該デフォーカス量が測定終了の位置以上であると判定すると、図 10 に示すステップ S 117 以降を実行する。

【0049】

ステップ S 117 ~ S 120 において、図 12 に示すように、デフォーカス量 $DF(n)$ 、RAD 方向のスポット径 $X1(n)$ 、TAN 方向のスポット径 $Y1(n)$ の測定結果を用い、各々のスポット径が最小となるデフォーカス量を求める。

【0050】

具体的には、ステップ S 117 において、測定手段 S 1 は、例えば最小 2 乗法により、デフォーカス量 $DF(n)$ と RAD 方向のスポット径 $X1(n)$ の関係を近似する二次の回帰曲線 f_{x1} を求める。そして、ステップ S 118 において、ステップ S 117 と同様に、デフォーカス量 $DF(n)$ と TAN 方向のスポット径 $Y1(n)$ の関係を近似する二次の回帰曲線 f_{y1} を求める。

【0051】

次に、ステップ S 119 において、得られた回帰曲線 f_{x1} に基づき、スポット像の径 $X1(n)$ が最小値を示すデフォーカス量に相当する値 $DF1$ を求める。また、ステップ S 120 において、得られた回帰曲線 f_{y1} に基づき、スポッ

ト径 $Y1(n)$ が最小値を示すデフォーカス量に相当する値 $DF2$ を求める。

【0052】

次に、ステップ $S121 \sim S124$ において、図 13 に示すように、デフォーカス量 $DF(n)$ 、 $RAD+45$ 度方向のスポット径 $X2(n)$ 、 $TAN+45$ 度方向のスポット径 $Y2(n)$ の測定結果を用い、各々のスポット径が最小となるデフォーカス量を求める。

【0053】

具体的には、ステップ $S121$ において、測定手段 $S1$ は、デフォーカス量 $DF(n)$ と $RAD+45$ 度方向のスポット径 $X2(n)$ の関係を近似する二次の回帰曲線 f_{x2} を求める。次に、ステップ $S122$ において、デフォーカス量 $DF(n)$ と $TAN+45$ 度方向のスポット径 $Y2(n)$ の関係を近似する二次の回帰曲線 f_{y2} を求める。

【0054】

次に、ステップ $S123$ において、得られた回帰曲線 f_{x2} に基づき、スポット像の径 $X2(n)$ が最小値を示すデフォーカス量に相当する値 $DF3$ を求める。また、ステップ $S124$ において、得られた回帰曲線 f_{y2} に基づき、スポット像の径 $Y2(n)$ が最小値を示すデフォーカス量に相当する値 $DF4$ を求める。

【0055】

次に、演算手段 $S2$ は、ステップ $S125$ において、数式 (1) に示すように、値 $DF2$ と値 $DF1$ の差である焦点間距離 $L0$ を求める。焦点間距離 $L0$ は、光ビームが RAD 方向に収束される焦点と、それに直交する TAN 方向に収束される焦点との間の距離である。

【0056】

【数1】

$$L0 \leftarrow DF2 - DF1 \quad \cdots (1)$$

【0057】

また、ステップ $S126$ において、演算手段 $S2$ は、数式 (2) に示すように

、値DF4と値DF3の差である焦点間距離L45を求める。焦点間距離L45は、光ビームがRAD+45度方向に収束される焦点と、それに直交するTAN+45度方向に収束される焦点との間の距離である。

【0058】

【数2】

$$L_{45} \leftarrow DF_4 - DF_3 \quad \dots (2)$$

【0059】

次に、ステップS127において、演算手段S2は、数式(3)に示す一次関数F1で焦点間距離L0を変換して、非点収差の0度成分AS0を求める。

【0060】

【数3】

$$AS_0 \leftarrow F_1(L_0) = -0.1871L_0 - 0.0266 \quad \dots (3)$$

【0061】

次に、ステップS128において、演算手段S2は、数式(4)に示す一次関数F2で焦点間距離L45を変換して、非点収差の45度成分AS45を求める。

【0062】

【数4】

$$AS_{45} \leftarrow F_2(L_{45}) = -0.1967L_{45} + 0.0318 \quad \dots (4)$$

【0063】

なお、変換関数F1、F2は、制御部3のメモリに予め記憶され、同一型式の光ピックアップを対象にした本非点収差の測定の際には、同一の変換関数F1、F2を用いる。

【0064】

ステップS129において、演算手段S3は、数式(5)に示すように非点収差の0度成分AS0と45度成分AS45の2乗平均を演算することにより、非

点収差量 AS_{mag} を求める。また、ステップ S130 において、数式 (6) により非点収差角度 AS_{θ} を求める。

【0065】

【数5】

$$AS_{mag} \leftarrow \sqrt{AS_0^2 + AS_{45}^2} \quad \dots (5)$$

$$AS_{\theta} \leftarrow \frac{1}{2} \arctan \left(\frac{AS_{45}}{AS_0} \right) \quad \dots (6)$$

【0066】

なお、図14 (a) は、複数の光ピックアップに対し、本非点収差の測定により求めた焦点間距離 L_0 と、干渉計により測定した非点収差の0度成分 (RAD と TAN 方向における非点収差) との交点をマークで示したグラフである。同図に示すように、焦点間距離 L_0 と干渉計による測定値は、非常に高い相関を有することが確認されている (例えば相関係数が 0.96)。数式 (3) の変換関数 F_1 は、このような測定を行い、焦点間距離 L_0 と干渉計による測定値の関係を一次関数で近似したものである。つまり、焦点間距離 L_0 を求め、変換関数 F_1 で変換すれば、干渉計で測定される非点収差成分にほぼ相当する値を得ることができる。

【0067】

また、図14 (b) は、同じく本非点収差の測定により求めた焦点間距離 L_{45} と、干渉計により測定した同方向に基づく非点収差の45度成分 (RAD+45度と、TAN+45度方向における非点収差) との交点をマークで示したグラフである。同図に示すように、焦点間距離 L_{45} と干渉計による測定値は、非常に高い相関を有することが確認されている (例えば相関係数が 0.99)。数式 (4) の変換関数 F_2 は、このような測定を行い、焦点間距離 L_{45} と干渉計による測定値の関係を一次関数で近似したものである。つまり、焦点間距離 L_{45} を求め、変換関数 F_2 で変換すれば、干渉計で測定される非点収差成分にほぼ相当する値を得ることができる。ちなみに、非点収差の単位は λ (干渉計で使用す

る測定光の波長)であり、変換関数 F_1 、 F_2 によって、焦点間距離 L_0 、 L_{45} は、非点収差の単位を λ とした値に換算される。

【0068】

このように、画像処理装置1を介して取り込んだスポット像を測定手段 S_1 及び演算手段 S_2 により焦点間距離 L_0 、 L_{45} を求めることで、相当する非点収差を測定することができる。

【0069】

次に、図8に示した非点収差調整手段 S_3 は、求められた焦点間距離 L_0 、 L_{45} の値に基づき、揺動アクチュエータ6aを駆動して、立上ミラー53をRAD方向に沿って $\Delta\theta_{RAD}$ だけ角度を変化させ、また、揺動アクチュエータ6bを駆動して、立上ミラー53をTAN方向に沿って $\Delta\theta_{TAN}$ だけ角度を変化させる。なお、立上ミラー53の角度変化量は、上述したように、予め確立されている焦点間距離と立上ミラーの設置角度との関係式により求められる。

【0070】

なお、 L_0 、 L_{45} 、及び立上げミラー53の設置角度の関係式は制御部3のメモリに予め記憶され、同一型式の光ピックアップを対象にした本非点収差調整の際には、同一の関係式を用いる。

【0071】

このように、非点収差調整手段 S_3 では、求められた焦点間距離 L_0 、 L_{45} を、上述の関係式に基づいて、計算を行うことで得られる立上ミラー53の最適な調整角度に基づき調整を行い、非点収差を補正する。なお、本非点収差調整終了後、立上ミラー53は接着剤等で固定される。

【0072】

本実施例では、非点収差の測定におけるデフォーカス範囲を、 $-1.7 \sim +1.3 \mu\text{m}$ としたが、本発明はそれに限るものではない。例えば、本非点収差の測定により得られる焦点間距離と干渉計による非点収差の測定値との間に十分な相関(例えば相関係数が0.8以上)が確保されるように、デフォーカス範囲を実験的に求めてもよい。

【0073】

また、本非点収差調整は、DVDの記録再生装置に用いられる光ピックアップのみならず、例えばCD (Compact Disc)、光磁気ディスク (MO; Magneto Optical Disk) 等の光ディスク用光ピックアップにも応用できる。

【0074】

このように、本実施例の光ピックアップの非点収差調整装置によれば、光ビームがRAD方向に収束される焦点位置と、TAN方向に収束される焦点位置との焦点間距離 L_0 を求める。更に、RAD方向から45度傾けた方向に収束される焦点位置と、TAN方向から45度傾けた方向に収束される焦点位置との焦点間距離 L_{45} を求める。焦点間距離 L_0 及び L_{45} は、各々非点収差の0度成分及び45度成分と相関があるので、これら焦点間距離を求めることにより光ピックアップ5の非点収差を測定することができる。

【0075】

また、焦点間距離 L_0 、 L_{45} を求めることで非点収差の0度成分及び45度成分を測定できるので、非点収差の成分から非点収差の量(絶対値)及び非点収差の角度が得られる。

【0076】

また、焦点間距離 L_0 、 L_{45} に基づき非点収差を測定するので、無収差(非点収差がゼロ)状態において光ビームのスポット形状が楕円である光ピックアップに対しても、非点収差の測定または調整を精度良く行うことができる。

【0077】

また、上述の非点収差の測定結果に基づき、予め計算及び実験で確立されている焦点間距離と立上ミラーの設置角度の関係式から調整すべき角度に立上ミラーを調整することで非点収差を補正するので、一度の調整工程で非点収差を最適に調整することができ、調整作業も簡易になる。

【0078】

また、スポット径を画像処理して測定することにより、非点収差の測定または調整を自動化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に係る非点収差測定及び調整方法を表す図である。

【図 2】

スポット像の径を測定する方法を表す図である。

【図 3】

デフォーカス量とスポット径の関係を表すグラフである。

【図 4】

スポット像の径を測定する方法を更に表す図である。

【図 5】

デフォーカス量とスポット径の関係を更に表すグラフである。

【図 6】

本発明の実施例に係る非点収差調整装置を示すブロック図である。

【図 7】

本発明の実施例に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 8】

本発明の実施例に係るオブジェクトプログラムのブロック図である。

【図 9】

本発明の実施例に係る非点収差調整装置の動作を示すフローチャートである。

【図 1 0】

本発明の実施例に係る非点収差調整装置の動作を更に示すフローチャートである。

【図 1 1】

デフォーカス量を説明するための図である。

【図 1 2】

デフォーカス量とスポット径の関係を表すグラフである。

【図 1 3】

デフォーカス量とスポット径の関係を更に表すグラフである。

【図 1 4】

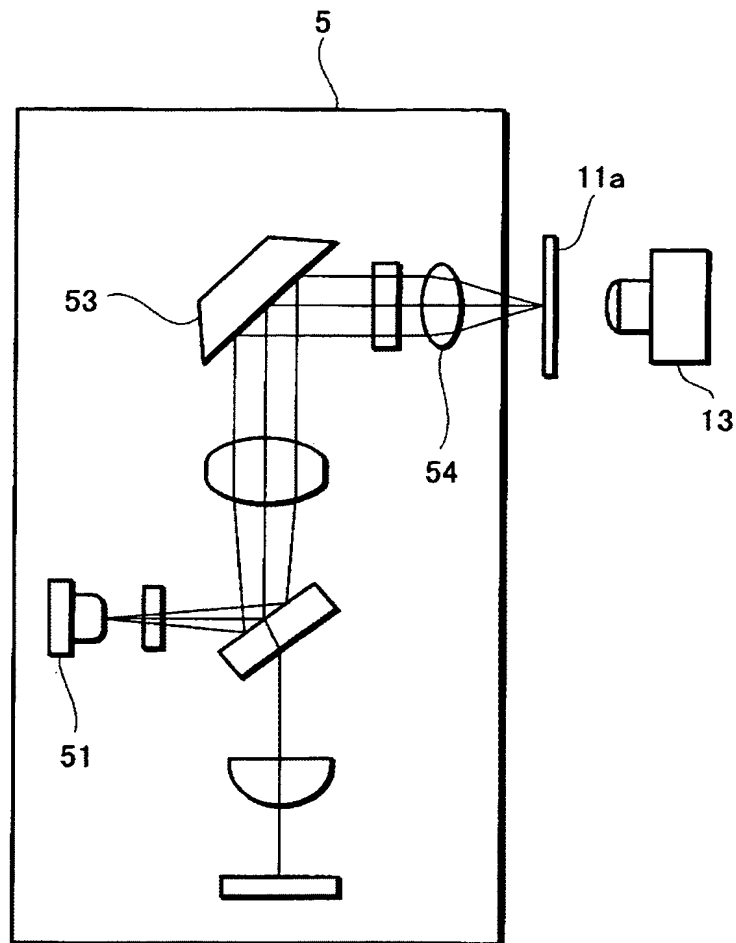
焦点間距離と干渉計による非点収差の相関を表すグラフである。

【符号の説明】

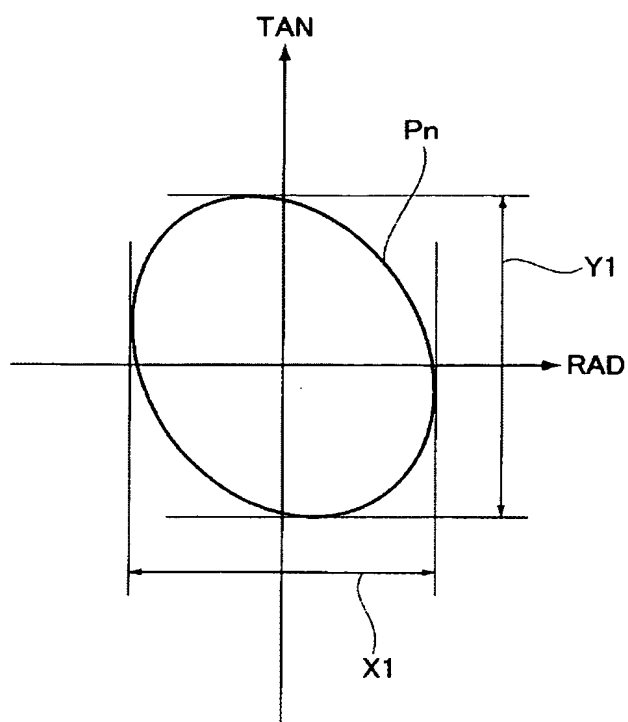
- 1 …画像処理装置
- 1 1 a …投影面（ハーフミラー）
- 1 3 …撮像装置（CCD素子）
- 3 …制御部
- 5 …光ピックアップ
- 5 3 …立上ミラー
- 5 4 …対物レンズ
- L 0、L 4 5 …焦点間距離
- S 1 …測定手段
- S 2 …演算手段
- S 3 …非点収差調整手段

【書類名】 図面

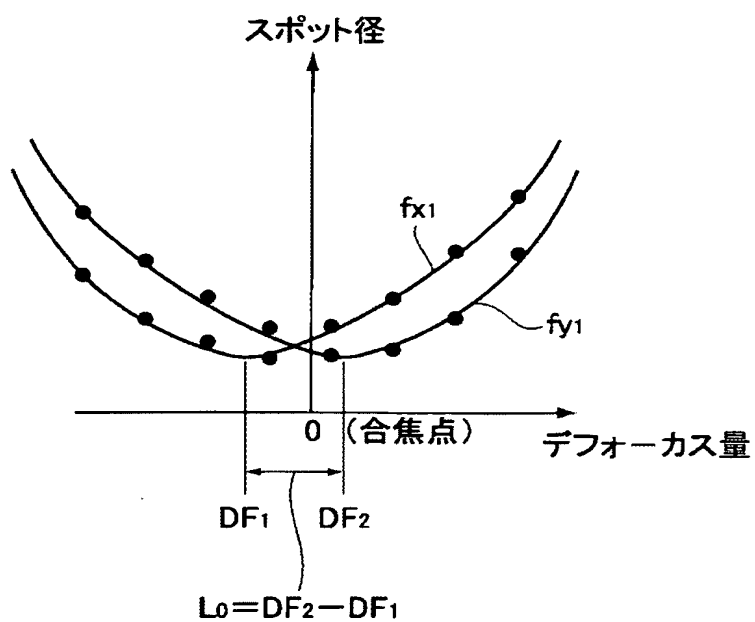
【図 1】



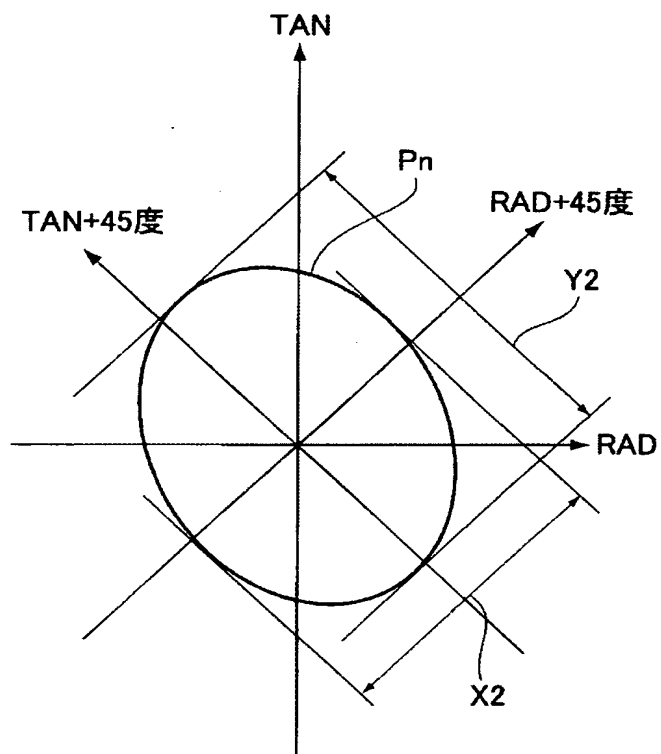
【図 2】



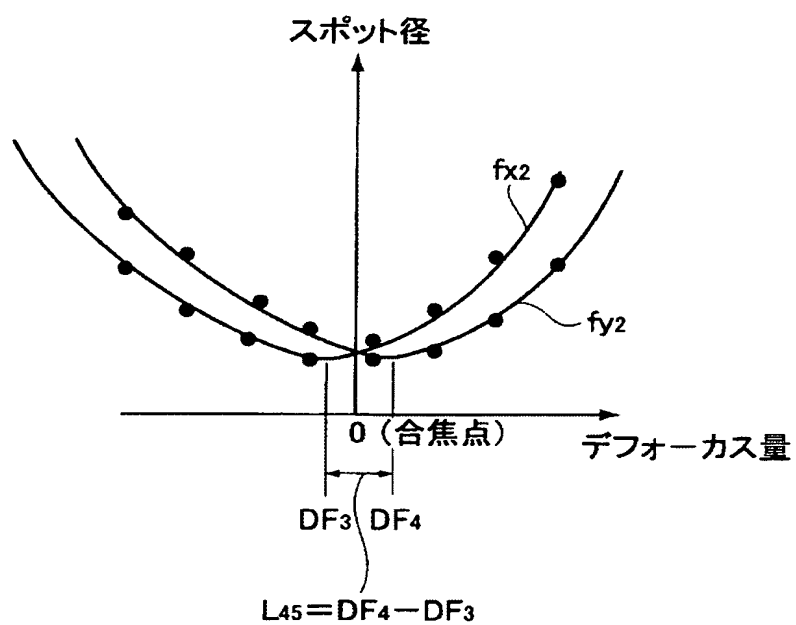
【図 3】



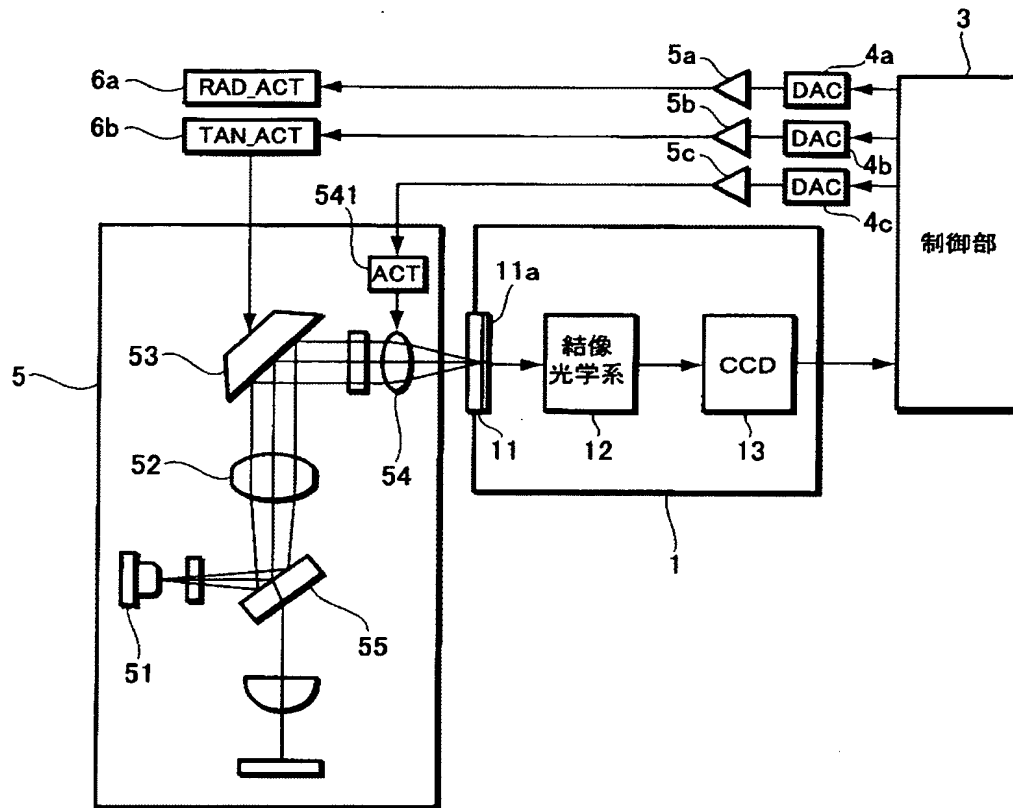
【図 4】



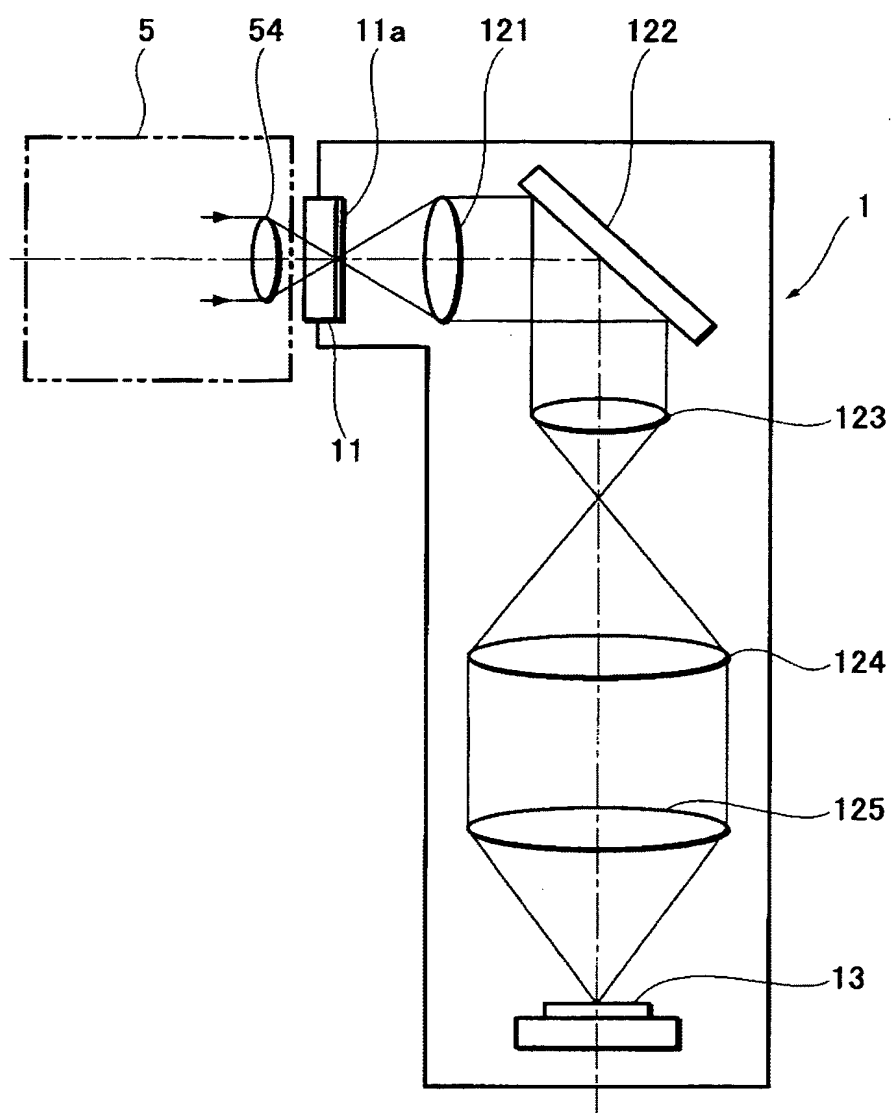
【図 5】



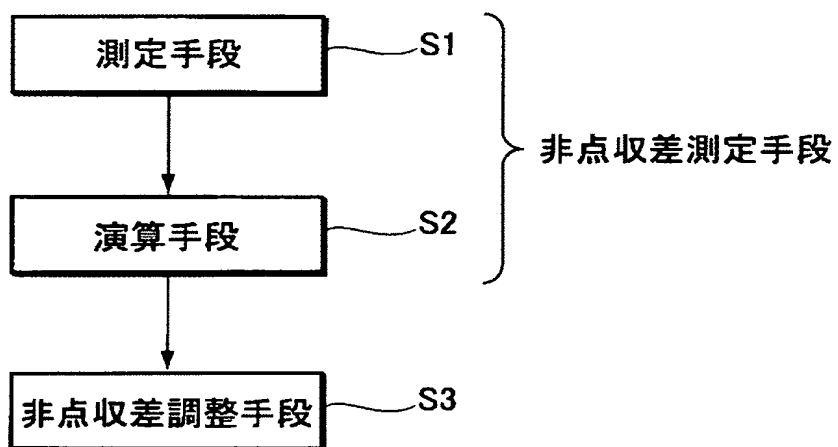
【図 6】



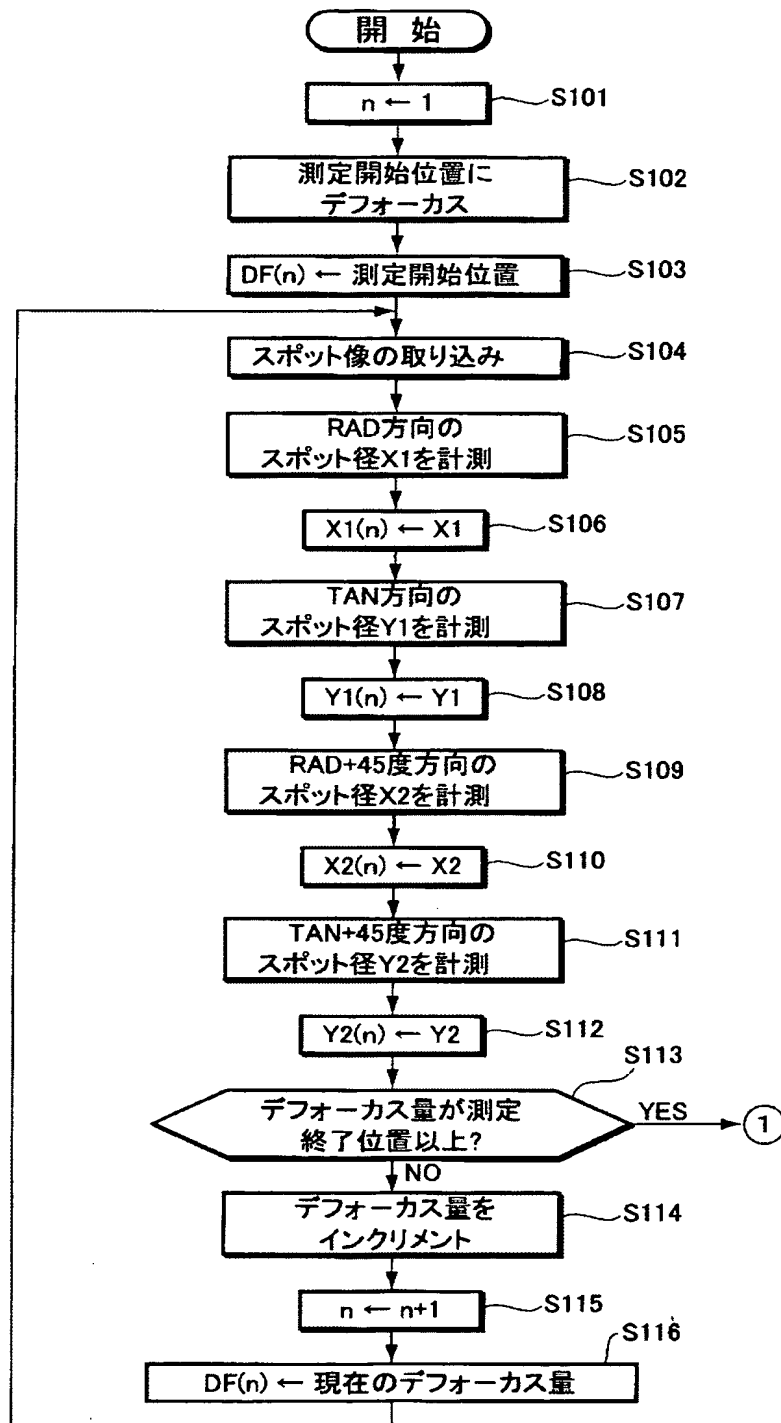
【図 7】



【図 8】



【図 9】

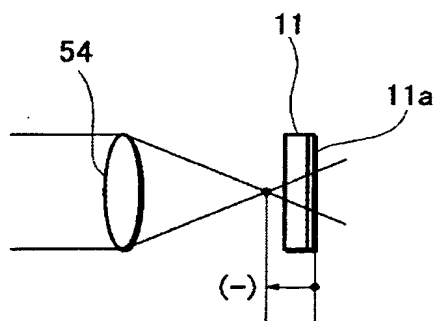


【図 10】

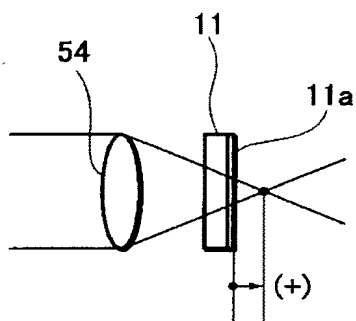


【図 11】

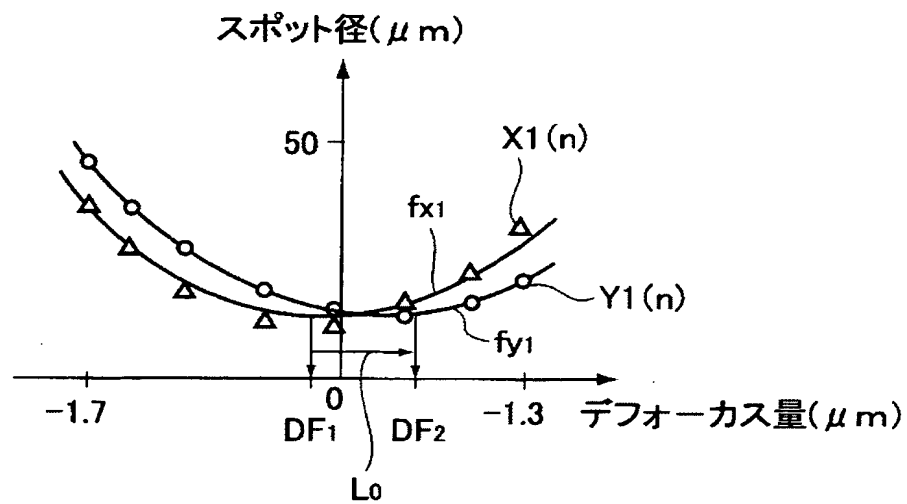
(a)



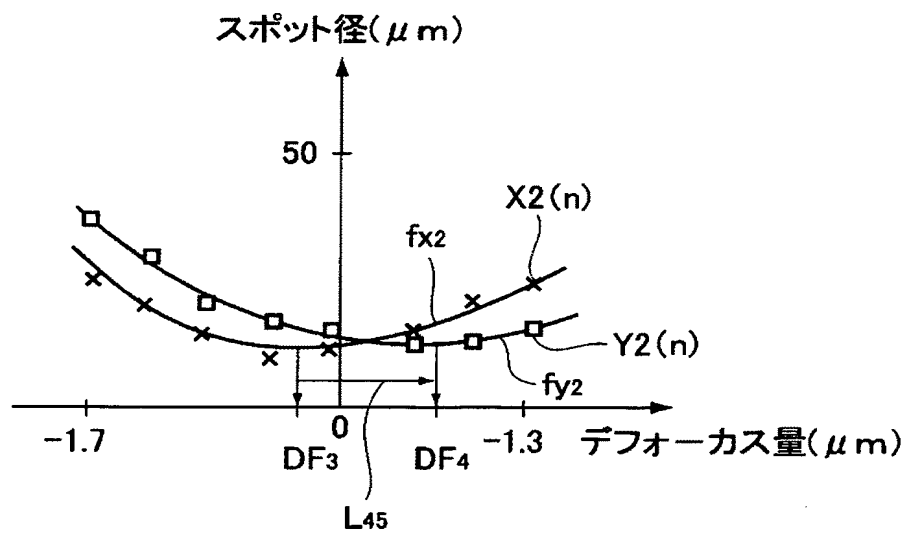
(b)



【図 12】

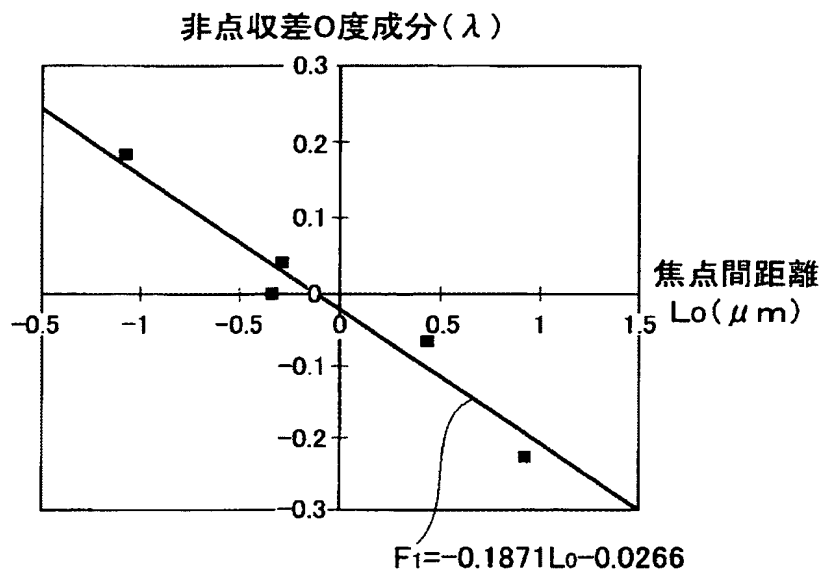


【図 13】

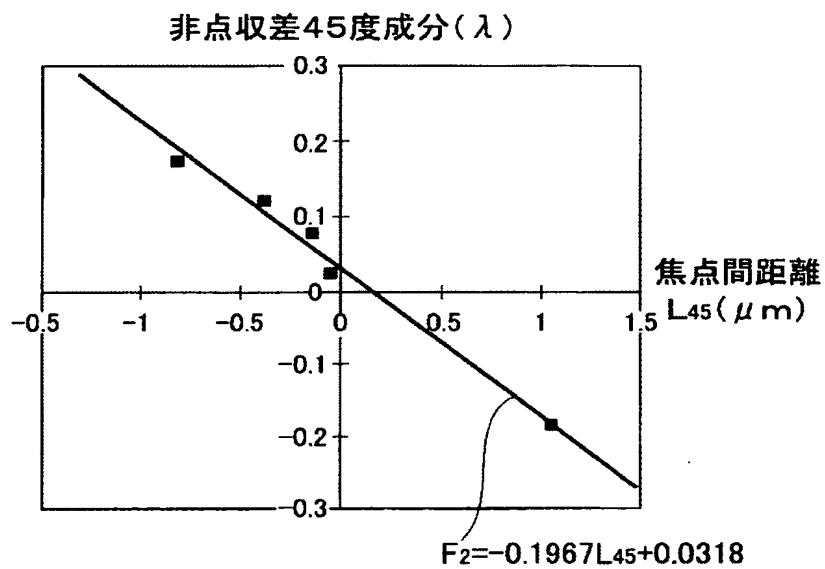


【図 14】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光ディスクに収束される光ビームのスポット形状が真円でなくても、簡便に非点収差を補正する等の光ピックアップの非点収差調整方法を提供する。

【解決手段】 光ビームがRAD方向に収束される焦点位置と、TAN方向に収束される焦点位置との焦点間距離 L_0 と、RAD方向から45度傾けた方向に収束される焦点位置と、TAN方向から45度傾けた方向に収束される焦点位置との焦点間距離 L_{45} を求め、求めた焦点間距離 L_0 、 L_{45} より非点収差を測定する。焦点間距離 L_0 、 L_{45} に基づき立上ミラーの設置角度を調整し、非点収差を補正する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 3 9 6 5 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 1 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都目黒区目黒 1 丁目 4 番 1 号

氏 名

パイオニア株式会社